

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Homepage: https://ifstrj.um.ac.ir



Research Article
Vol. 19, No. 5, Dec.-Jan. 2023, p. 607-616

Evaluation of Changes in Some Textured and Qualitative Properties of Cake Enriched with Wheat Germ

S.M. Sadeghi[1], M. Tayefe[2*], L. Fadayi Eshkiki[3], K. Ghiasvand[4]

1- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran
2, 3 and 4- Assistant Professor and M.Sc of Food Technology, Department of Food Science and Engineering, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: m.tayefe@liau.ac.ir)

Received: 2022.06.26
Revised: 2023.02.15
Accepted: 2023.03.12
Available Online: 2023.03.14

How to cite this article:
Sadeghi, S.M., Tayefe, M., Fadayi Eshkiki, L., & Ghiasvand, K. (2023). Evaluation of changes in some textured and qualitative properties of cake enriched with wheat germ. *Iranian Food Science and Technology Research Journal, 19*(5), 607-616. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/ifstrj.2023.77230.1185

Introduction

Bakery products such as cakes are consumed in a relatively large amount all over the world due to their ready to eat format. Among different foods, bakery products provide a great opportunity to use edible portions of seeds, vegetables or other unconventional food sources. On the other hand, cakes are susceptible to oxidation due to high amounts of fat and consequently reduce shelf life. Therefore, due to the high nutritional value of cake, improving its characteristics seems necessary. Wheat germ is the richest known source of vitamin E of plant origin. Consumption of wheat germ can prevent artery- clogging and also helps fight against free radical damage and procrastination are effective in the aging process of cells and preventing coronary disease. Despite the beneficial properties of wheat germ, it is difficult to keep it raw in the formulation of crops due to the presence of high unsaturated fatty acids and lipase enzymes. However, by performing thermal processes such as steam, fluidized substrate or thermal dryer, enzymes such as lipase and lipoxygenase can be deactivated. In this study, the effect of adding wheat germ as a rich source of fiber, tocopherols and essential fatty acids as well as ascorbyl palmitate as antioxidant compound on the qualitative and structural properties of cake was investigated.

Materials and Methods

In this study, five treatments of oil cake including control, ascorbyl palmitate (100 ppm), wheat germ (5, 10 and 15%), were prepared and physic-chemical properties including the moisture, firmness and volume of cake at the beginning of storage period, peroxide number and acidity during 14-day storage period were investigated. In order to evaluate the texture of the cake, texture analyzer was performed with dimensions of 25 mm and penetration of 50% in the sample at a speed of 2 mm/s and a 30-second stop between the first and second compressions. The specific volume of the produced samples and moisture of the middle part of the samples were measured 3 hours after baking.

Results and Discussion

The results showed that addition of L-ascorbyl palmitate had no significant effect on moisture content, hardness and cake volume. However, wheat germ increased hardness (in amounts more than 5%), decreased moisture content and specific volume of cake. Also, with increasing the amount of wheat germ, a significant decrease in peroxide and acidity of the samples were observed during the storage period. However, the values of the mentioned indices in the sample containing palmitate ascorbyl were lower than those containing wheat germ. According to the results, it seems that the sample containing 5% processed wheat germ can be recommended as a suitable formulation for cake enrichment.

https://doi.org/10.22067/ifstrj.2023.77230.1185

Conclusion

Considering that oxidation of cakes and reduction shelf life in different type of cakes are probable due to the presence of considerable amounts of fatty acids, in this study the effect of adding L-ascorbyl palmitate as a common antioxidant and processed wheat germ due to its antioxidant behavior on the moisture content, hardness, specific volume, texture and shelf-life characteristics of the oil cake was investigated. The overall results show that by adding L-ascorbyl palmitate, there was no significant effect on moisture content, hardness and specific volume. However, processed wheat germ increased hardness (in amounts more than 5%), decreased moisture content and specific volume of cake. Also, with increasing the amount of wheat germ, a significant decrease in peroxide value and acidity of the cake was observed during the storage period. However, the values of moisture content, hardness and specific volume in the sample containing palmitate ascorbyl were lower than samples containing wheat germ. According to the results, it seems that sample containing 5% processed wheat germ can be recommended as a suitable formulation for cake enrichment and artificial antioxidant replacement.

Keywords: Antioxidant, Ascorbil palmitate, Bakery products, Oxidative, Processed wheat germ



نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
https://ifstrj.um.ac.ir



مقاله پژوهشی

جلد ۱۹، شماره ۵، آذر- دی ۱۴۰۲ ص. ۶۱۶-۶۰۷

ارزیابی تغییرات ویژگی‌های بافتی و کیفی کیک غنی شده با جوانه گندم

سید مصطفی صادقی[۱]- ماندانا طایفه[۲*]- لیلی فدایی اشکیکی[۳]- کامبیز غیاثوند[٤]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۱

چکیده

تلاش‌ها برای گسترش غذاهای غنی از مواد گیاهی و ضدسرطان می‌تواند یک نقش اساسی در تضمین سلامتی داشته باشد. در بین مواد غذایی مختلف، فراورده‌های پخت یک فرصت عالی برای بکارگیری بخش‌های قابل خوردن منابع غذایی غیرمتداول را فراهم می‌کند. از طرفی انواع کیک به دلیل داشتن مقادیر بالای چربی مستعد اکسیداسیون و در نتیجه کاهش عمر انبارمانی هستند. در این پژوهش اثر افزودن جوانه گندم به‌عنوان منبع غنی از فیبر، توکوفرول‌ها و اسیدهای‌چرب ضروری و همچنین اسکوربیل پالمیتات به عنوان آنتی‌اکسیدان بر ویژگی‌های کیفی و حسی کیک بررسی شد. بدین منظور در این مطالعه ۵ تیمار کیک روغنی شامل شاهد، اسکوربیل پالمیتات (پی‌پی‌ام ۱۰۰)، جوانه گندم (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد)، تهیه شد و مقادیر رطوبت، سختی بافت و حجم مخصوص کیک در ابتدای دوره نگهداری و عدد پراکسید، اسیدیته کیک طی دوره نگهداری ۱۴ روزه بررسی شد. نتایج نشان داد تأثیر افزودن ال اسکوربیل پالمیتات و جوانه گندم تا میزان ۵ درصد بر مقادیر رطوبت، سختی بافت و حجم مخصوص کیک تا میزان ۵ درصد معنی‌دار نیست در صورتی‌که در مقادیر بالاتر از ۵ درصد جوانه گندم میزان رطوبت و حجم مخصوص کاهش یافته در صورتی‌که سختی بافت به طور معنی‌داری رو به افزایش بود. همچنین بکارگیری اسکوربیل پالمیتات (۱۰۰ پی‌پی‌ام) و جوانه گندم منجر به کاهش مقادیر پراکسید و اسیدیته در فراورده نهایی شده است به‌طوری‌که در روز چهاردهم نمونه حاوی اسکوربیل پالمیتات کمترین میزان پراکسید (۱/۶۳) و تیمار شاهد بالاترین میزان پراکسید (۴/۳۲) نشان دادند. البته مقادیر شاخص‌های پراکسید و اسیدیته در نمونه حاوی اسکوربیل پالمیتات میزان کمتری را نسبت به نمونه‌های حاوی جوانه گندم از خود نشان داد. با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد نمونه حاوی ۵ درصد جوانه گندم فراوری شده، می‌تواند به عنوان فرمولاسیون مناسب برای غنی‌سازی کیک توصیه گردد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، اسکوربیل پالمیتات، اکسیداتیو، جوانه گندم فراوری شده، فراورده‌های پخت

مقدمه

با افزایش سطح آگاهی مصرف‌کنندگان، جایگزینی ترکیبات طبیعی فراسودمند به جای افزودنی‌های شیمیایی نیز در حال افزایش است که سبب پژوهش‌های کاربردی در زمینه تولید فراورده‌های عملگرا با خصوصیات حسی مطلوب توسط متخصصین شده است. نان، شیرینی و کیک از فراورده‌های پخت پرطرفدار است که در مقیاس بالا در دنیا مصرف می‌شوند. انواع کیک که توسط گروه‌های مختلف جامعه مصرف می‌شود به دلیل عمر نگهداری نسبتا بالا، به صورت گسترده در صنعت تولید می‌شوند. متخصصان تغذیه مصرف کیک را به دلیل کمتر در رژیم های غذایی توصیه می‌کنند (Zarenejad *et al.*, 2014). جوانه گندم بخش مربوط به تولیدمثل گیاه است که حدود ۲/۵ درصد وزن دانه را تشکیل می‌دهد و یکی از محصولات جانبی آسیاب غلتکی گندم است که به عنوان ضایعات کارخانجات آرد به مصرف خوراک دام و یا تولید روغن می‌رسد. پسماند سالانه گندم در دنیا ۲۵۰۰۰۰۰۰ تن ارزیابی می

۱- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب استادیار و دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد فناوری مواد غذایی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

(*- نویسنده مسئول: Email: m.tayefe@liau.ac.ir)

https://doi.org/10.22067/ifstrj.2023.77230.1185

شود (Rosental, 1995). در حالی‌که جوانه گندم سرشار از ویتامین‌ها، پروتئین‌ها، فیبر رژیمی و مواد معدنی است (Moghimi, 2017). جوانه حاوی مقدار کمی نشاسته بوده و فاقد گلوتن است (Rahbari and Alamy, 2014). پروتئین جوانه گندم همرده با پروتئین‌های حیوانی بوده و غنی از اسیدآمینه‌هایی نظیر لایزین، متیونین و ترئونین است که در غلات دیگر نادر هستند. همچنین جوانه گندم غنی‌ترین منبع شناخته شده ویتامین E با منشاء گیاهی است و مقدار کل آن در حدود ۱۳۰۰ پی پی ام می‌باشد. توکوفرول‌های موجود در جوانه گندم بیشتر در شکل آلفا-توکوفرول بوده و بتا-توکوفرول دومین توکوفرول فراوان آن است. به دلیل حضور آلفا توکوفرول، مصرف جوانه گندم می‌تواند از گرفتگی شریان‌ها جلوگیری کند و همچنین علاوه بر حفاظت از سلول‌های بدن از آسیب رادیکال‌های آزاد و تعویق در فرایند پیری سلول‌ها و جلوگیری از بیماری کرونری موثر هستند (Hassanein and Abedel-Razek, 2009). فلاونوئیدها نیز به مقدار ۰/۳ گرم در هر ۱۰۰ گرم جوانه گندم وجود دارد. علاوه بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی فعالیت های ضدآلرژی، ضد ویروسی، ضدالتهاب و اتساع عروق دارند و قابلیت دسترسی تغذیه‌ای و کاربردی پروتئین‌های موادغذایی را افزایش می‌دهند (Zhu *et al.*, 2011). با وجود ویژگی‌های سودمند جوانه گندم، نگهداری آن به صورت خام در فرمولاسیون محصولات به دلیل وجود اسیدهای چرب غیراشباع بالا و آنزیم لیپاز، مشکل است. علاوه بر آن جوانه گندم حاوی ترکیبات ضدتغذیه‌ای به نام آگلوتینین است که ترکیبی سمی شناخته شده و مسئول رشد فزاینده روده کوچک و پانکراس است (Matucci *et al.*, 2004). همچنین وجود گلوتاتیون نیز می‌تواند بر شبکه گلوتنی تأثیرگذاشته و سبب ضعیف شدن آن می‌شود (Hosensy, 1998). با این حال با انجام فرایندهای حرارتی نظیر استفاده از بخار، بستر سیال و یا خشک‌کن حرارتی می‌توان آنزیمهایی نظیر لیپاز و لیپوکسیژناز را غیرفعال کرده و نیز برخی از ترکیبات ضدتغذیه‌ای را مانند مهارکننده تریپسین، اسیدفیتیک و آگلوتینین را از بین برد. در این راستا جمعی از محققین به بررسی کاربرد جوانه‌ی گندم تثبیت شده با حرارت (بخار و استفاده از خشک‌کن غلتکی و بستر سیال) در فرمولاسیون محصولات نانوایی پرداختند. براساس نتایج این محققین مشخص شد که تیمارهای حرارتی مختلف اثر به‌خصوصی بر ویژگی‌های جوانه گندم نداشته و تیمار بخار داده شده بیشترین میزان حفظ‌کنندگی ویتامین E را دارا بود. در تمام موارد نیز آنزیم لیپاز به‌طور کامل و آنزیم لیپوکسیژناز ۹۲-۸۰ درصد غیر فعال و گلوتاتیون نابود گردید. این در حالی بود که استفاده از جوانه‌ی گندم تثبیت شده با حرارت در سطوح کمتر از ۱۰ درصد نسبت به کاربرد جوانه خام در فرمولاسیون خمیر نان توانایی تولید محصولی قابل قبول به لحاظ بافت، ظاهر و امتیاز پذیرش کلی داشت (Gomez *et al.*, 2012; Srivastava *et al.*, 2006). برای بهبود طعم و حفظ ظاهر در طول فرآوری، بسته‌بندی و نگهداری غذاهای فرآوری شده، از مواد افزودنی مختلفی استفاده می شود. اسکوربیل پالمیتات یک مشتق مصنوعی آمفیفیلیک از اسید اسکوربیک است که محلول در چربی بوده و استفاده گسترده آن در غذاهای حاوی چربی، لوازم آرایشی، پزشکی و دارویی به عنوان آنتی‌اکسیدان در FDA به‌عنوان ماده غذایی امن (GRAS) و نیز در لیست مواد آرایشی و بهداشتی اروپا (European Economic Community) حضور دارد. اسکوربیل پالمیتات همچنین به عنوان ماده‌ای جهت پایداری رنگ در فراورده‌های گوشتی استفاده می‌شود و تندشدگی اکسیداتیو را نیز به تأخیر می‌اندازد (Sohrabi *et al.*, 2018). اسکوربیل‌پالمیتات نیز توانایی حذف فلزات تسریع‌کننده تشکیل پراکسید را دارد (Javadipour *et al.*, 2015). اسدی و همکاران (Asadi *et al.*, 2021) به بررسی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی نان مسطح فراسودمند بدون گلوتن با جایگزینی آرد جوانه‌های گندم، عدس و ماش پرداختند. نتایج نشان داد با بالا رفتن درصد آرد جوانه گندم، عدس و ماش مقدار چربی، پروتئین، کلسیم، خاکستر، نمک، افزایش پیدا کرده و از رطوبت کاسته می‌شود (Asadi *et al.*, 2021). در پژوهشی، جوانه گندم به‌عنوان منبع پروتئینی مناسب جهت هیدرولیز آنزیمی برای تولید پپتید آنتی‌اکسیدانت استفاده شد و هیدرولیز آنزیمی پروتئین جوانه گندم با استفاده از آنزیم پپسین انجام شد و با کمک روش RSM بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی پپتیدها بهینه‌سازی شدند سپس فراکسیون‌ها در نقطه بهینه با استفاده از HPLC-RP جدا شدند و فراکسیون با بالاترین فعالیت مهار رادیکال ABTS با استفاده از MS/MS/LC شناسایی شد. نتایج نشان داد که پپتید حاصل از پروتئین جوانه گندم، دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی و قابل ملاحظه بود (Karami *et al.*, 2018). جاویدی پور و همکاران (Javidipour *et al*, 2015) به بررسی تأثیر غلظت ۴۰۰ ppm اسکوربیل پالمیتات بر پایداری اکسیداتیو روغن زیتون و پنبه دانه طی دوره نگهداری ۲۸ روزه در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد پرداختند. مقادیر توکوفرول روغن‌ها طی زمان نگهداری کاهش و مقادیر مالون دی الدهید و عدد پراکسید طی مدت نگهداری افزایش یافت. افزودن اسکوربیل پالمیتات به روغن‌های مذکور سبب کاهش نرخ تغییرات در پارامترهای مذکور شد (Javidipour *et al*, 2015). لذا هدف از این پژوهش بررسی تأثیر مقادیر مختلف جوانه گندم بر روند فساد اکسیداتیو و خواص کیفی و حسی کیک روغنی طی زمان نگهداری و مقایسه عملکرد آن با اسکوربیل پالمیتات به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان مصنوعی بود.

مواد و روش‌ها

آرد گندم با در استخراج ۷۷ درصد (کارخانه آرد خانی، واقع در قزوین، آبیک)، پودر شکر، روغن هیدروژنه نیمه جامد، بیکینگ پودر، شیر خشک، وانیل، پودر آب پنیر و تخم مرغ از یک عرضه کننده موادغذایی تهیه شد. اسکوربیل پالمیتات و سایر مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمون‌ها از شرکت مرک (آلمان) تهیه گردید. جوانه گندم از شرکت جوانه شاداب فربد واقع در استان قزوین تهیه گردید و به منظور جلوگیری از اکسیده شدن مواد مغذی و تغییرات نامطلوب در فریزر در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

فرایند تثبیت جوانه گندم

عمل بخار دادن جوانه گندم مطابق با روش مقیمی (Moghimi, 2017) انجام شد. بدین منظور جوانه گندم مورد استفاده به ضخامت ۱ سانتی‌متر در ظرف بخارپز به‌طور یکنواخت پخش شد و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت قرار گرفت. پس از اتمام مدت زمان ذکر شده نمونه در آون در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت خشک شد.

آماده‌سازی کیک

برای تهیه خمیر کیک از ۱۰۰ گرم آرد، ۵۷ گرم روغن، ۷۲ گرم شکر، ۷۲ گرم تخم مرغ، ۱/۳۴ گرم بیکینگ پودر، ۰/۵ گرم وانیل و ۲۵ گرم آب استفاده شد. همچنین مقادیر مختلف جوانه گندم (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و اسکوربیل پالمیتات (۱۰۰ ppm) در تیمارهای جداگانه به خمیر کیک افزوده شد. سپس خمیر به قالب منتقل شد تا برای پخت به مدت ۳۰ دقیقه درون فر با دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد. کیک‌ها پس از خروج از فر و سرد شدن به مدت ۲۰ دقیقه در دمای محیط درون کیسه‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی شدند. آزمون‌ها بر روی نمونه تازه و همچنین طی ۱۴ روز نگهداری در شرایط اتاق انجام گرفت (Khodadadzadeh and Nasehi, 2018; Kiakajoori and Jafarian, 2019).

آزمون ارزیابی بافت

به منظور ارزیابی بافت کیک از بافت‌سنج، ساخت کشور آمریکا مدل TA-CT3 و آزمون TPA استفاده شد. بدین طریق اندازه‌گیری بافتی در قطعات با ابعاد ۲۵ میلی‌متر و با فشردگی ۵۰ درصدی در نمونه و با سرعت ۲ میلی‌متر بر ثانیه و توقف ۳۰ ثانیه‌ای بین اولین و دومین فشردگی صورت گرفت (Qavidel *et al.*, 2014).

آزمون ارزیابی حجم مخصوص

قطعه‌ای از کیک توزین و داخل ظرف دارای حجم مشخص (V_1) قرار گرفت، بقیه فضای خالی ظرف توسط دانه‌های کلزا پر شد. سپس کیک خارج و حجم دانه‌های کلزا یادداشت شد (V_2) و حجم کیک در نهایت از اختلاف (V_1-V_2) حاصل گردید در نهایت از نسبت حجم به وزن، حجم مخصوص محاسبه شد (Esfandiary *et al.*, 2021).

رطوبت

رطوبت مغز هر یک از نمونه‌ها در فاصله زمانی ۳ ساعت پس از پخت با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج محاسبه شد (AACC, 2005).

استخراج روغن از کیک

استخراج چربی از کیک مطابق روش بایونا و همکاران (Baiona *et al.*, 2005) انجام شد. بدین منظور ابتدا مقدار ۱۰۰ گرم نمونه را وزن شدو توسط مخلوط کن، خرد گردید سپس به همراه ۲۰۰ سی‌سی ان- هگزان در دکانتور ریخته و به مدت یک ساعت دکانتور تکان داده شد و از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ عبور داده سپس در روتاری در دمای ۵۰ درجه قرار گرفت تا حلال آن تبخیر شود و فقط روغن باقی بماند. روغن استخراج شده و میزان چربی بر حسب درصد از طریق رابطه (۱) به دست آمد.

۱۰۰×(وزن نمونه/وزن ظرف – وزن ظرف و چربی) = درصد چربی

(۱):

آزمون اندازه‌گیری پراکسید:

عدد پراکسید بر اساس (استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۷۹، ۱۳۹۶) اندازه‌گیری شد.

آزمون اندازه‌گیری اسیدیته:

اسیدیته بر حسب اولئیک اسید گزارش شد (استاندارد ملی ایران، شماره ۱۵۸۱۳، ۱۳۹۷).

تجزیه و تحلیل آماری

نمونه‌های کیک در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار تهیه شده و با نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها و جداول نیز توسط نرم‌افزار EXCELL صورت گرفت.

نتایج و بحث

رطوبت

نتایج ارزیابی رطوبت (جدول ۱) کاهش معنی‌دار ($p> 0.05$) میزان رطوبت با افزودن جوانه گندم را نسبت به نمونه شاهد نشان داد. از طرف دیگر میزان رطوبت با افزایش غلظت جوانه گندم از ۵ به ۱۵ درصد به طور معنی‌داری کاهش یافت. بین میزان رطوبت، حجم مخصوص و مقدار سختی رابطه‌ی معکوس برقرار است، بدین صورت که هرچه میزان سختی بیشتر باشد، میزان رطوبت و حجم مخصوص کمتر خواهد بود. به نظر می‌رسد افزایش غلظت جوانه گندم منجر به کاهش حجم هوا در خمیر شده در نتیجه به دام نیفتادن بخار آب تولید شده در سلول های هوا در طول پخت کیک تولیدی می‌تواند دلیل کاهش رطوبت در طول پخت تلقی گردد (Zarenejad *et al.*, 2013).

حجم مخصوص

نتایج حاصل از بررسی حجم مخصوص کیک (جدول ۱) نشان می دهد که با افزودن سطح جوانه گندم به فرمولاسیون کیک، حجم نمونه های تولید شده کاهش معنی‌داری ($p> 0.05$) یافت. به‌طوری‌که بالاترین میزان حجم مخصوص در نمونه شاهد و کمترین مقدار آن در نمونه کیک حاوی ۱۵ درصد جوانه گندم مشاهده شد. مقدار حجم مخصوص بین نمونه شاهد و نمونه حاوی اسکوربیل‌پالمیتات تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. کاهش حجم مخصوص به معنای کاهش حجم کیک های تولیدی می‌باشد. زارع نژاد و همکاران (Zarenejad *et al.*, 2014) نیز در نتایج تحقیق خود کاهش حجم مخصوص ظاهری در اثر افزودن جوانه گندم تا سطح ۲۰ درصد را طی پخت در نتیجه افزایش وزن مخصوص و کاهش ویسکوزیته خمیر بیان نمودند. کاهش ویسکوزیته می‌تواند ناشی از رطوبت بالای جوانه گندم نسبت به ماده خشک آن باشد به علاوه عملیات پخت نیز باعث کاهش ویسکوزیته می‌گردد که می‌تواند منجر به کاهش حجم هوا نیز شود بنابراین خروج گازهای ناشی از تبخیر و تخمیر در طی پخت اتفاق افتاده که کاهش حجم کیک را به دنبال دارد باشد (Matsakidou *et al.*, 2010; Sowmya *et al.*, 2009). تحقیقات مشابه نیز کاهش حجم کیک را با افزایش فیبرهای رژیمی در فرمولاسیون آن، گزارش نموده‌اند (Sudha *et al.*, 2007).

بعضی از محققین افزایش میزان حجم جامد را به خلل و فرج در کیک تولیدی دلیل کاهش حجم مخصوص بیان نموده‌اند (Keskin *et al.*, 2004 ; Gill *et al.*, 2002).

سختی بافت کیک

براساس نتایج بدست آمده از ارزیابی سختی بافت کیک (جدول ۱) مشخص گردید که افزودن جوانه گندم تثبیت شده در سطح ۵ درصد به فرمولاسیون تفاوت معنی‌داری ($p> 0.05$) با نمونه شاهد (فاقد جوانه) و نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان اسکوربیل پالمیتات نداشت. این در حالی بود که با افزایش میزان جوانه گندم از ۵٪ به ۱۵٪ سختی بافت افزایش یافت و بیشترین میزان سختی در نمونه ۱۵ درصد جوانه گندم تثبیت شده گزارش شده است. نتایج تحقیق قویدل و همکاران (Qavidel *et al.*, 2014) بر خواص کیک روغنی غنی شده با جوانه گندم فراوری شده به دو روش بخار دادن و برشته کردن نیز بر وجود رابطه مستقیم بین میزان سختی بافت کیک و مقدار جوانه گندم افزوده شده در فرمولاسیون کیک دلالت دارد.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات بافتی اندازه‌گیری شده

Table 1- Comparison of average measured textural properties

Treatment تیمار / Properties صفات	Moisture(%) رطوبت	Specific volume ($cm^3 g^{-1}$) حجم مخصوص	Hardness (N) سختی
Blank شاهد	$0.10^b\pm16.5$	$0.20^a\pm4.0$	$0.11^c\pm8.60$
Ascorbil Palmitate اسکوربیل پالمیتات	$0.2^b\pm16.30$	$0.20^a\pm3.90$	$0.001^c\pm8.50$
Wheat germ (5%) جوانه گندم (5٪)	$0.001^a\pm17.80$	$0.5^b\pm3.40$	$0.11^c\pm8.50$
Wheat germ (10%) جوانه گندم (10٪)	$0.20^{bc}\pm15.60$	$0.10^c\pm2.50$	$0.12^b\pm8.90$
Wheat germ (15%) جوانه گندم (15٪)	$0.746^c\pm15.06$	$0.12^c\pm2.30$	$0.20^a\pm9.40$

در هر ستون میانگین‌هایی که حروف مشابه دارند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

In each column, the averages with the same letters do not differ significantly from each other.

ایجاد اتصالات عرضی در فراورده نهایی و تراکم گلوتنین حاصل از آن می‌تواند یکی از دلایل افزایش سختی بافت باشد (Gomez *et al.*, 2012; Baiano *et al.*, 2009). از طرف دیگر افزودن مقادیر بیشتر از ۱۰٪ جوانه گندم باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب پروتئین‌های خمیر شده که این امر به افزایش جذب آب و تورم نشاسته موجود در خمیر و در نهایت سختی بافت محصول منتهی می‌گردد (Rahbari and Alamy, 2014; Renzetti *et al.*, 2008).

پراکسید

عدد پراکسید مهمترین عامل در شناسایی تند شدن اکسیداتیو روغن‌ها و ارزیابی درجه فسادشان به شمار می‌رود. بررسی نتایج عدد پراکسید (جدول ۲) حاکی از کاهش معنی‌دار ($p > 0.05$) مقدار پراکسید نمونه‌های تولیدی با افزایش مقدار جوانه گندم تثبیت شده در فرمولاسیون کیک طی روزهای نگهداری (تا روز چهاردهم) بودم. بیشترین میزان پراکسید در روز چهاردهم در نمونه شاهد مشاهده شد (۴/۳۲ $meq\ kg^{-1}$). با افزودن اسکوربیل‌پالمیتات به فرمولاسیون نمونه شاهد عدد پراکسید به طور معنی‌داری کاهش یافت به نظر می‌رسد که میزان بالای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌تواند عامل بازدارنده افزایش پراکسید در طی دوره نگهداری باشد. اگرچه فرایند حرارتی جهت تثبیت، باعث کاهش غلظت عوامل آنتی‌اکسیدانی (ترکیبات پلی‌فنلیک و توکوفرول‌ها) می‌گردد و اثر ضداکسیداسیونی آن‌ها را کاهش می‌دهد (Zarenejad *et al.*, 2013).

زارع‌نژاد و همکاران (Zarenejad *et al.*, 2013) گزارش کردند جوانه گندم به لحاظ غنی بودن از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و نقش محافظتی در برابر اکسیداسیون، باعث افزایش محتوای اسیدهای چرب غیراشباع در محصول می‌گردد. ثابت ماندن پروفیل اسیدهای چرب به ویژه اسید چرب غیراشباع در طی دوره حرارت‌دهی جهت تثبیت می تواند به دلیل وجود مقدار قابل ملاحضه ترکیبات پلی‌فنلی و توکوفرول ها در جوانه گندم باشد که نقش محافظتی بر اکسیداسیون اسیدهای چرب را ایفا می‌کنند (Zarenejad *et al.*, 2013). اگرچه حرارت‌دهی می‌تواند از طریق اکسیداسیون ترکیبات پلی‌فنلی باعث کاهش مقدار آن‌ها در طی فرایند تثبیت گردد (Brenes *et al.*, 2002).

اسیدیته

اسیدیته معیاری مناسب برای نشان دادن تازگی فراورده تولیدی است. واضح است که افزایش اسیدیته، آمادگی فراورده را برای تند شدن نشان می‌دهد (Nasir *et al.*, 2009). نتایج ارزیابی اسیدیه نمونه‌های کیک (جدول ۲) نشان داد که در تمامی نمونه‌های حاوی جوانه گندم مقدار اسیدیته اندازه‌گیری شده به طور معنی‌داری ($p > 0.05$) پایین‌تر از نمونه شاهد قرار دارند. البته مقدار اسیدیته گزارش شده در نمونه حاوی اسکوربیل‌پالمیتات در روز چهاردهم پایین تر از نمونه‌های حاوی جوانه تثبیت شده بود (۰/۲۸ درصد برحسب اسید اولئیک). با افزایش مقدار جوانه گندم در فرمولاسیون، میزان اسیدیته نمونه‌های تولیدی در روز چهاردهم کاهش معنی‌داری نشان داد و کمترین میزان اسیدیته در نمونه حاوی ۱۵ درصد جوانه گندم تثبیت شده مشاهده شد (۰/۳ درصد برحسب اسید اولئیک). طی روزهای نگهداری نیز از روز اول تا چهاردهم مقدار اسیدیته افزایش داشت که شیب افزایش در ازای افزودن مقدار جوانه گندم تثبیت شده، کاهشی بود. به نظر می‌رسد ترکیبات شیمیایی جوانه گندم تثبیت شده از هیدرولیز جلوگیری کرده و مانع از افزایش اسیدچرب آزاد می‌گردند. فرایند تثبیت که باعث غیرفعال شدن آنزیم لیپاز و لیپوکسیژناز می‌گردد به عملکرد جوانه گندم در طی دوره نگهداری کمک می‌نماید (Pinarli *et al.*, 2004; Zarenejad *et al.*, 2013).

جدول ۲- مقایسه میانگین اسیدیته و پراکسید

Table 2- Comparison of average acidity and peroxide

Treatment تیمار	Peroxide ($meq\ kg^{-1}$) پراکسید	Acidity (uleic acid %) اسیدیته
Blank شاهد	4.573[a]	0.226[a]
Ascorbil Palmitate اسکوربیل پالمیتات	4.020[ab]	0.166[bc]
Wheat germ (5%) جوانه گندم (5٪)	1.317[b]	0.220[b]
Wheat germ (10%) جوانه گندم (10٪)	1.271[bc]	0.156[bc]
Wheat germ (15%) جوانه گندم (15٪)	1.111[c]	0.146[c]

در هر ستون میانگین‌هایی که حروف مشابه دارند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

In each column, the averages with the same letters do not differ significantly from each other.

جدول ۳- مقایسه میانگین پراکسید ($meq\ kg^{-1}$) در روزهای نگهداری

Table 3- Comparison of average peroxide (meq kg-1) on storage days

Treatment تیمار	Day1 روز ۱	Day7 روز ۷	Day14 روز ۱٤
Blank شاهد	0.44^{Ac}	2.95^{Ab}	4.32^{Aa}
Ascorbil Palmitate اسکوربیل پالمیتات	0.29^{Dc}	1.14^{Db}	1.63^{Ca}
Wheat germ (5%) جوانه گندم (5٪)	0.36^{BCc}	1.48^{Bb}	2.11^{Ba}
Wheat germ (10%) جوانه گندم (10٪)	0.35^{Cc}	1.45^{Bb}	2.02^{Ba}
Wheat germ (15%) جوانه گندم (15٪)	0.38^{Bc}	1.38^{Cb}	1.81^{BCa}

تفاوت حروف بزرگ و کوچک در هر ستون به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار میانگین پراکسید در هر دوره زمانی و اختلاف معنی‌دار میانگین پراکسید در هر مقدار افزودنی است.

The difference between capital and lowercase letters in each column indicates a significant difference between the mean peroxide in each time period and a significant difference between the mean peroxide per add-on value, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین اسیدیته (٪ اسیداولئیک) در روزهای نگهداری

Table 4- Comparison of mean acidity (% of Oleic acid) on storage days

Treatment تیمار	Day1 روز ۱	Day7 روز ۷	Day14 روز ۱٤
Blank شاهد	0.059^{Ac}	0.31^{Ab}	0.61^{Aa}
Ascorbyl Palmitate اسکوربیل پالمیتات	0.029^{Cc}	0.19^{Bb}	0.28^{Da}
Wheat germ (5%) جوانه گندم (5٪)	0.037^{Bc}	0.10^{Cb}	0.39^{Ba}
Wheat germ (10%) جوانه گندم (10٪)	0.039^{Bc}	0.11^{Cb}	0.32^{Ca}
Wheat germ (15%) جوانه گندم (15٪)	0.039^{Bc}	0.10^{Cb}	0.30^{CDa}

تفاوت حروف بزرگ و کوچک در هر ستون به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار میانگین اسیدیته در هر دوره زمانی و اختلاف معنی‌دار میانگین اسیدیته در هر مقدار افزودنی است.

The difference between capital and lowercase letters in each column indicates a significant difference between the mean peroxide in each time period and a significant difference between the mean peroxide per add-on value, respectively.

نتیجه‌گیری

نظر به اینکه انجام اکسیداسیون و کاهش عمر انبارداری در انواع کیک به دلیل وجود مقادیر قابل ملاحظه اسیدچرب محتمل است، در این پژوهش تأثیر افزودن ال اسکوربیل پالمیتات به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان رایج و جوانه گندم با توجه به رفتار آنتی‌اکسیدانی آن در ویژگی‌های کیفی، بافتی و ماندگاری کیک بررسی شد. نتایج کلی نشان داد با افزودن ال اسکوربیل پالمیتات تأثیر معنی‌داری بر مقادیر رطوبت، سختی بافت و حجم کیک ایجاد نشده است. اما جوانه گندم سبب افزایش سختی (در مقادیر بیشتر از ۵ درصد)، کاهش رطوبت و حجم مخصوص کیک شد. همچنین با افزایش مقدار جوانه گندم، کاهش پراکسید و اسیدیته محصول در طول دوره نگهداری مشاهده شد. البته مقادیر شاخص‌های مذکور در نمونه حاوی اسکوربیل پالمیتات میزان کمتری را نسبت به نمونه‌های حاوی جوانه گندم از خود نشان داد. با توجه به نتایج و با عنایت به عدم وجود تفاوت معنی‌دار در ویژگی‌های بافتی و فیزیکی بین تیمار حاوی ۵ درصد جوانه گندم تثبیت شده و تیمار حاوی اسکوربیل پالمیتات و همچنین بهبود عدد پراکسید، اسیدیته و افزایش عمر انبارداری در طی دوران نگهداری نسبت به نمونه شاهد، تیمار حاوی ۵ درصد جوانه گندم پیشنهاد می‌گردد.

منابع

1. AACC. (1999). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Method 2005. The Association, St Paul, MN.
2. Asadi, Z., Masoudnia, A., & Ziabari, F. (2021). Study of physicochemical and sensory properties of gluten-free functional flat bread by replacing wheat germ flour, lentils, mash. *Iranian Food Science and Technology Journal*, *18*(120). (In Persian)
3. Baiano, A., & Del Nobile, M.A. (2005). Shelf life extension of almond paste pastries. *Journal of Food Engineering*, *66*, 487-495. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.04.020
4. Baiano, A., Romaniello, R., Lamacchia, C., & La Notte, E. (2009). Physical and mechanical properties of bread loaves produced by incorporation of two types of toasted durum wheat flour. *Journal of Food Engineering*, *95*(1), 199-207. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.04.029
5. Brenes, M., García, A., Dobarganes, M.C., Velasco, J., & Romero, C. (2002). Influence of thermal treatments simulating cooking processes on the polyphenol content in virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *50*(21), 5962-5967. https://doi.org/10.1021/jf020506w
6. Esfandiary, M., Farajpoor, P., Bagheri, H., & Mirarab Razi, F.(2021). Investigating the possibility of low fat cup cakes using of inulin and xanthan gum. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, *12*(18). (In Persian)
7. Gill, S., Vasanthan, T., Ooraikul, B., & Rossnagel, B.(2002). Wheat bread quality as influenced by the substitution of waxy and regular barley flours in their native and extruded forms. *Journal of Cereal Science*, *36*(2), 219-237.
8. Gómez, M., González, J., & Oliete, B.(2012). Effect of extruded wheat germ on dough rheology and bread quality. *Food and Bioprocess Technology*, *5*(6), 2409-2418. https://doi.org/10.1007/s11947-011-0519-5
9. Hassanein, M.M.M.; & Abedel-Razek, A.G. (2009). Chromatographic quantitation of some bioactive minor components in oils of wheat germ and grape seeds produced as byproducts. *Journal of Oleo Science*, *58*, 227-233. https://doi.org/10.5650/jos.58.227
10. Hosensy, R.C. (1998). *Principles of Cereals Sciences and Technology*. American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN.
11. Iranian National Standardization Organization. 15813, (2018), Hazelnut butterSpecifications and test methods.
12. Iranian National Standardization Organization. 4179, (2017), Animal and vegetable fats and oils - Determination of peroxide value - Iodometric (visual) endpoint determination.
13. Javidipour, I., Tüfenk, R., & Baştürk, A. (2015). Effect of ascorbyl palmitate on oxidative stability of chemically interesterified cottonseed and olive oils. *Journal of Food Science and Technology*, *52*(2), 876-884. https://doi.org/10.1007/s13197-013-1086-8
14. Karami, Z., Peyghambardoost, H., Hesari, J., & Akbari Adregani, B. (2018). Isolation and identification of peptides with antioxidant properties from wheat germ protein using Pepsin enzyme, *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, *13*(4), 39-50. (In Persian)
15. Keskin, S.O., Sumnu, G., & Sahin, S.(2004). Bread baking in halogen lamp–microwave combination oven. *Food Research International*, *37*(5),489-495. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2003.10.001
16. Khodadadzadeh, M., & Nasehi, B. (2018). Evaluation of physicochemical properties, sensory and textural sponge cake enriched with bagasse fiber powder, *JFST*, *78*(15). (In Persian)
17. Kiakajoori, A., & Jafarian, S. (2019). *The effect of different levels of L-ascorbyl palmitate on oxidative depravity of oil cake*. 3rd International and 26th National Iranian Food Science and Technology. (In Persian)
18. Matsakidou, A., Blekas, G., & Paraskevopoulou, A. (2010). Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. *LWT-Food Science and Technology*, *43*(6), 949-957. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.02.002
19. Matucci, A., Veneri, G., Dalla Pellegrina, C., Zoccatelli, G., Vincenzi, S., & Chignola, R. (2004). Temperaturedependent decay of wheat germ agglutinin activity and its implications for food processing and analysis. *Food Control*, *15*, 391-5.
20. Moghimi, M. (2017). Physicochemical, antioxidant and sensory properties of oil cake containing wheat germ and sesame meal. *Food Science and Technology of Iran*, *14*(69), 318-307.
21. Nasir, M., Butt, M.S., Anjum, F.M., Jamil, A.M.E.R., & Ahmad, I.J.A.Z. (2009). Physical and sensory properties of maize germ oil fortified cakes. *International Journal of Agriculture and Biology*, *11*, 311-315.
22. Pınarlı, İ., İbanoğlu, Ş., & Öner, M.D. (2004). Effect of storage on the selected properties of macaroni enriched with wheat germ. *Journal of Food Engineering*, *64*(2), 249-256. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.10.005
23. Qavidel, R., Ghiafeh, M., Karimi, M., & Dehghan, M. (2014). The effect of adding processed wheat germ on the quantitative and qualitative properties of oil cake. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, *3*(6), 59-65.
24. Rahbari, M., & Alamy, M. (2014). *Wheat germ from flour waste to health-boosting*, 1st National Conference on Snacks, Food Science and Technology Research Institute. (In Persian)

25. Renzetti, S., Dal Bello, F., & Arendt, E.K. (2008). Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. *Journal of Cereal Science*, *48*(1), 33-45. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.07.011
26. Rosental, A.J. (1995). Application of aged egg in enabling increased substitution of sucrose by Littese (polydextrose) on high ratio cakes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *68*, 127-31. https://doi.org/10.1002/jsfa.2740680120
27. Sohrabi, Y., Mohammadzadeh-Aghdash, H., Baghbani, E., Dehghan, P., & Dolatabadi, J.E.N. (2018). Cytotoxicity and genotoxicity assessment of ascorbyl palmitate (AP) food additive. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, *8*(2), 341-346. (In Persian). https://dx.doi.org/10.15171%2Fapb.2018.039
28. Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R., & Indrani, D. (2009). Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes. *Food Hydrocolloids*, *23*(7), 1827-1836. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.02.008
29. Srivastava, A.K., Sudha, M.L., Baskaran, V., & Leelavathi, K. (2006). Studies on heat stabilized wheat germ and its influence on rheological characteristics of dough. *Journal of European Food Research Technology*, *224*, 365–372.
30. Sudha, M.L., Srivastava, A.K., & Leelavathi, K. (2007). Studies on pasting and structural characteristics of thermally treated wheat germ. *European Food Research and Technology*, *225*(3), 351-357. https://doi.org/10.1007/s00217-006-0422-x
31. Zarenejad, F., Azadmard-Demirchi, S., Peyghambardoost, H., Nemati, M., & Rafat, S. (2013), Changes in functional compounds and some chemical properties in cake enriched with wheat germ, *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, *2*(2), 53-66. (In Persian)
32. Zarenejad, F., Peyghambardoust, H., & Azadmard Demirchi, S. (2014). The effect of adding raw and stabilized wheat germ on the qualitative properties of mold cake. *Iranian Journal of Food Science and Technology Research*, *10*(3). (In Persian). https://dx.doi.org/10.22067/ifstrj.v10i3.38297
33. Zhu, K., Lian, C., Guo, X., Peng, W., & Zhou, H. (2011). Antioxidant activities and total phenolic contents of various extracts from defatted wheat germ. *Food Chemistry*, *126*, 1122-1126. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.144